

Se desarrollan a continuación los cálculos de estabilidad de la escollera proyectada, en la margen derecha del río Duje en Tielve, dimensionando el tamaño de bloque y se procede a la comprobación de la estabilidad estructural del muro de escollera.

DIMENSIONAMIENTO DE BLOQUES DE ESCOLLERA.

El dimensionamiento en peso de los elementos constitutivos de la escollera se efectúa a través de los estudios y fórmulas de Cootinho de Lencastre, aplicadas a la estabilidad de canales sin revestir o con revestimiento de material granular grueso.

1.- Escollera en fondo de cauce.

La fuerza de arrastre en el fondo del cauce viene dada por la siguiente expresión:

$T_a = K_m \gamma h I$, siendo:

T_a : Fuerza de arrastre en el fondo (Kg/cm^2)

K_m : Coeficiente de forma de la sección

γ : Peso específico del fluido (Kg/m^3)

I : Pendiente longitudinal del cauce

En este caso, considerando las condiciones de desagüe correspondientes a una altura de lámina de 1,00 m desbordando sobre la escollera:

$K_m = 0,99$ (supuesto mas desfavorable)

$\gamma = 1,000 \text{ Kg/m}^3$

$h = 4,00 \text{ m}$

$I = 0,008$

$T_a = 0,99 \times 1000 \times 4,00 \times 0,008 = 31,68 \text{ Kg/m}^2$

La fuerza resistente en el fondo del cauce para materiales gruesos no coherentes responde a la expresión:

$$T_r = 0,80 \times D_{75}$$

siendo:

T_r : Fuerza resistente (Kg/m^2)

D_{75} : Diámetro por el que pasa el 75% en peso de los escollos (cm)

Se considera como diámetro medio de Proyecto "D", el que cumple:

$$D_{75} = 0,75 \times D$$

$$D = T_r / (0,80 \times 0,75) = T_r / 0,60$$

La fuerza resistente crítica correspondería a $T_r = T_a$ pero se adoptará un coeficiente de seguridad 1,5 con lo que se obtiene:

$$T_r / T_a = 1,5 ; T_r = T_a \times 1,5 = 1,5 \times 31,68 \text{ Kg}/\text{m}^2 = 47,52 \text{ Kg}/\text{m}^2$$

$$\text{Luego: } D = 47,52 / 0,6 = 79,20 \text{ cm}$$

Para este diámetro suponiendo escollos de forma esférica, y con un peso específico de $1,8 \text{ T}/\text{m}^3$ resulta el siguiente peso medio:

$$P = 4/3 \pi (0,7920/2)^3 \times 1,8 = 0,4682 \text{ T}$$

En consecuencia se admitirá como peso medio de las piedras en la escollera de fondo el de media tonelada.

2.- Escollera en dique lateral.

Para el dimensionamiento de los diques laterales se sigue un procedimiento similar al anterior, introduciendo para el cálculo de la fuerza resistente un coeficiente de forma K'_1 en función del ángulo de los taludes.

La fuerza de arrastre será:

$$T'_a = K'_a \gamma h I$$

Para $l/h = 30/4 = 7,5$ y para talud 1/1 resulta por interpolación $K' = 0,75$.

$$T'_a = 0,75 \times 1000 \times 4,00 \times 0,008 = 24 \text{ Kg/m}^2$$

La fuerza resistente será:

$$T'_r = 0,8 \times K \times 0,75 \times D$$

Siendo

$$K = \cos \beta (1 - \text{tg} 2\beta / \text{tg} 2\alpha)^{1/2}$$

Con talud 1/1 resulta:

$$\beta = 45^\circ$$

Considerando un ángulo de reposo del material de 40° se obtiene:

$$K = 0,7071$$

Resultando

$$T'_r = 0,80 \times 0,71 \times 0,75 \times D = 0,42 D$$

Aplicando un coeficiente de seguridad 1,5

$$T'_r = 1,5 T'_a$$

Con lo que resulta

$$0,41 D = 1,5 \times 24 \quad D = 85,71 \text{ cm}$$

En la misma hipótesis de admitir escollos de forma aproximada esférica y peso específico de $1,8 \text{ T/m}^3$, se obtiene un peso medio de:

$$P = 4/3 \pi (0,8571/2)^3 \times 1,8 = 0,5935 \text{ T}$$

Luego el peso medio de los elementos de los diques laterales de escollera debe ser del orden de 0,60 T.

COMPROBACIÓN ESTRUCTURAL DE MURO DE ESCOLLERA.

La comprobación estructural del dimensionamiento adoptado en los muros de sostenimiento de la plataforma del camino proyectado en el trasdós de la obra de fábrica, se ha desarrollado en base al procedimiento y recomendaciones incluidas en el “*Estudio de la caracterización geomecánica de muros de escollera de obras de carretera*”, desarrollado por el Departamento de Transportes y Tecnología de Proyectos y Procesos de la Universidad de Cantabria, obtenidos como consecuencia de los trabajos de investigación y ensayos en él expuestos.

Las hipótesis de trabajo del mencionado estudio, incluyen una sobrecarga uniforme sobre el material que compone el trasdós del muro, de 3 T/m, que engloba el peso propio del firme de la carretera, una capa de un metro de terreno y el efecto del tren de cargas de la Instrucción de Carreteras.

Esta hipótesis resulta excesiva para la realidad que nos ocupa, con un camino de carácter eminentemente rural y cargas mucho más limitadas.

Por este motivo resultan mucho más ajustados los dimensionamientos adoptados de conformidad con las “*Recomendaciones para el diseño y construcción de muros de escollera en obras de carreteras*” del Ministerio de Fomento. 1.998, adoptando en el dimensionamiento final de los muros de proyecto soluciones intermedias entre ambos casos, siempre conservadoras, de modo que se disponga de un holgado margen de seguridad, y de acuerdo con las siguientes consideraciones.

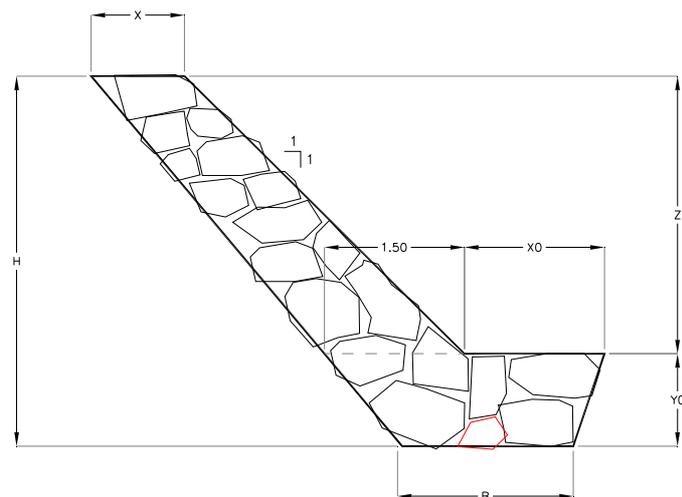
Los muros de escollera se han proyectado tras un examen minucioso del terreno, llevando la cimentación de los mismos hasta terrenos naturales estables, a cuyos efectos se proyecta la excavación pertinente en cada caso, determinada en los perfiles transversales correspondientes; sobre esta excavación se construye la escollera con los taludes que se exponen a continuación, comprobando que las presiones en la cimentación se mantengan en valores inferiores a la carga admisible del terreno.

Como puede observarse en las secciones transversales, los taludes adoptados para los muros de escollera coinciden con los taludes naturales en tierra en el caso de la sección-1 y son mucho más tendidos, y en consecuencia mucho más estables, en todo el resto del trazado, lo que, por sí mismo, garantiza la estabilidad y seguridad de la obra.

Se ha utilizado un talud 1/1 en el intradós, con un espesor mínimo en coronación de 1,00 m, y ancho en la base de 1,50 m, lo que supone un talud variable en el trasdós, en función de la altura de cada perfil. En todos los casos se proyecta la construcción de un talón en la cimentación, con objeto de reducir las cargas sobre el terreno, que puede eliminarse si se llega a cimentar sobre roca.

Las escolleras estrictamente necesarias según los cálculos hidráulicos tienen unas alturas desde el fondo del cauce de 3,83 – 3,15 y 3,70 m para las secciones 1 – 2 y 3 respectivamente, por lo que se han efectuado los cálculos para escolleras de 3,50 y 4,00 m que cubren todos los casos. Además se adjunta también el cálculo para $Z = 3,00$ m por si fuera de aplicación.

Se presenta a continuación la sección tipo proyectada, que cuenta con características geométricas suficientemente comprobadas por la práctica constructiva en casos similares.



En el cuadro adjunto se indican los resultados de los cálculos, comprobando la validez de las secciones proyectadas, $CSD > 1,50$ y $CSV > 2,00$.

Z	H	X	XO	YO	B	CSD	CSV
3.00	4.00	1.00	1.50	1.00	2.32	9.215	7.777
3.50	4.50	1.00	1.50	1.00	2.27	9.050	7.638
4.00	5.00	1.00	1.50	1.00	2.23	8.787	7.455

Z	Altura sobre talón	H	Altura total
X	Ancho en coronación	XO	Ancho talón
YO	Altura talón	B	Ancho en la base
CSD	Coef. seguridad deslizamiento	CSV	Coeficiente seguridad vuelco

Oviedo, Mayo de 2013



Fdo: Manuel E. Arias del Valle
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Plantación de arbustos vivos de especies autóctonas y adaptadas de altura entre 60 y 90 cm. Plantación en macizos en lo alto del talud (80% de la superficie) con densidad 1,5 Ud/m² en el interior de los macizos.

Geotextil biodegradable tejido en coco tipo H2M5 densidad > 740g/m², longitud > 2.0 m.

Siembra de las superficies trabajadas

Fijación de geotextil al suelo mediante barras de acero corrugado Ø6 mm, longitud > 50 cm, densidad 2 grapas /m²

Colocación de material guijoso-terroso de aportación. Grosor no menor de 80 cm en lecho de plantas y plantones y no menor de 30 cm en el alto del talud.

Lecho de plantas y plantones

LECHOS DE PLANTAS Y PLANTONES

PLANTONES DE 120 cm DE LONGITUD Ø 1-3cm

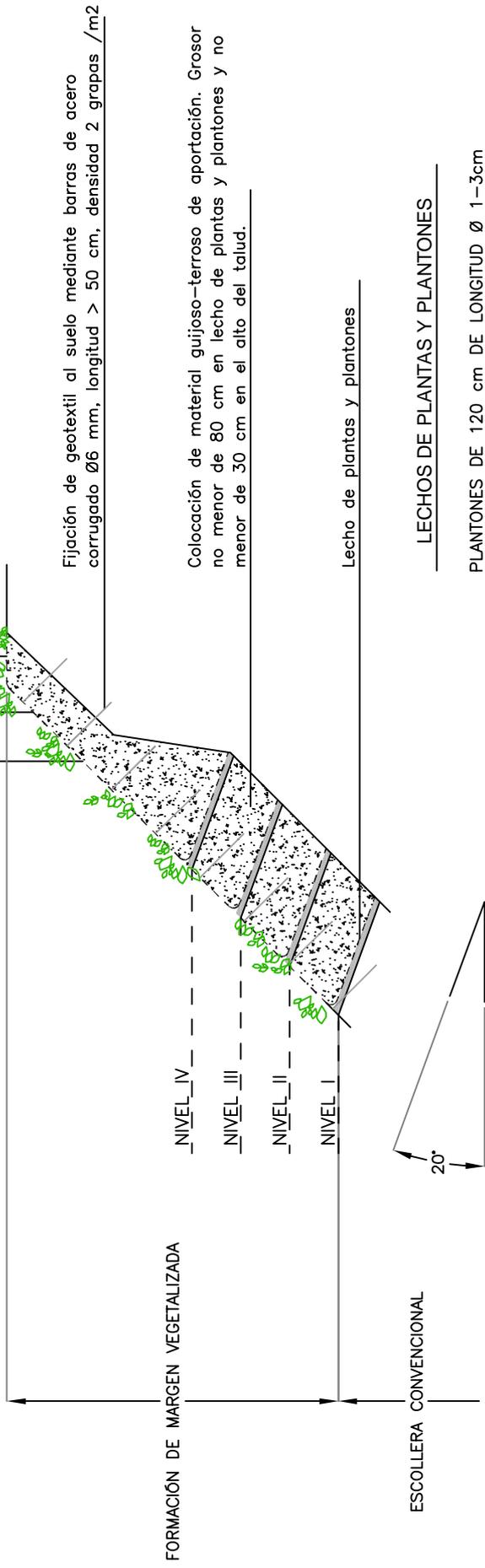
NIVELES I Y II .- DENSIDAD 25 Ud/M²

NIVELES III Y IV.- DENSIDAD 15 Ud/M²

PLANTONES DE 60-90 cm DE LONGITUD

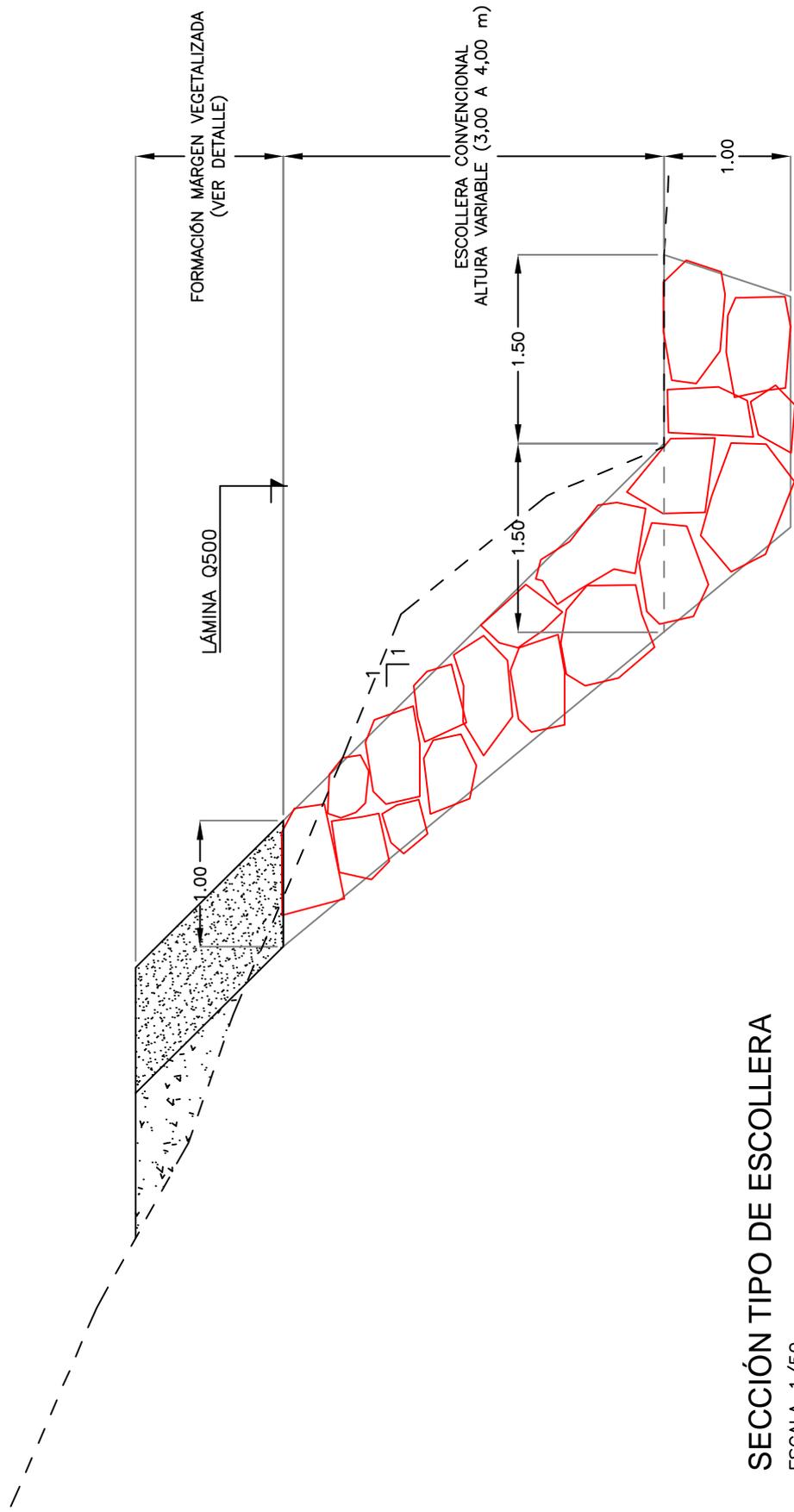
NIVELES I Y II .- DENSIDAD 3 Ud/M²

NIVELES III Y IV.- DENSIDAD 6 Ud/M²



DETALLE DE MARGEN VEGETALIZADA

ESCALA 1/50



SECCIÓN TIPO DE ESCOLLERA
 ESCALA 1/50